

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA, DA FIBRA INSOLÚVEL E DE
DIFERENTES FONTES PROTÉICAS EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE**

LUDMILA NOSKOSKI
MÉDICA VETERINÁRIA – UPF

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Zootecnia
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2006.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Carlos e Cleide, que contribuíram para que eu realizasse mais essa etapa da minha vida, como conselheiros e grandes companheiros em todos os momentos. Quero dizer a eles duas palavras: AMO VOCÊS!

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo amor, pela força e pelo incentivo.

Ao orientador Alexandre de Mello Kessler, pelas orientações.

Aos colegas e bolsistas com quem convivi na UFRGS.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA, DA FIBRA INSOLÚVEL E DE DIFERENTES FONTES PROTÉICAS EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE.

Autor: Ludmila Noskoski

Orientador: Alexandre de Mello Kessler

RESUMO

Foram realizados dois experimentos com o objetivo de verificar as inter-relações da granulometria do milho, da inclusão de fibra insolúvel e de diferentes fontes protéicas na dieta (vegetal - VEG e a animal com 10% de inclusão de farinha de vísceras – FV 10%) sobre as características digestivas e o desempenho de frangos de corte macho da linhagem Cobb 500. No primeiro experimento, foi testada a inclusão ou não de 10% de FV, milho com 351 ou 641, um de diâmetro geométrico médio (DGM) e inclusão de 0, 1 e 2% de fibra de trigo purificada e micronizada (FTPM), como fonte de fibra insolúvel. No experimento 2, foram testadas dietas com 0 ou 10% de FV, milho com 412 ou 811, um de DGM e 0 ou 3% de casca de soja (CS) nas granulometrias de 476, 968 ou 1504 μm de DGM, como fonte de fibra insolúvel. No experimento 1, foi observado que animais dos 36 aos 40 dias de idade alimentados com ração composta por DGM 351 μm , apresentaram maior digestibilidade da matéria seca (MS) e retenção de proteínas. Para cada 1% de adição de CM, houve prejuízo de 1,876% na digestibilidade da matéria seca. No segundo experimento, foi observado que o consumo foi maior em rações com proteína vegetal; quanto ao balanço de nitrogênio as dietas FV 10% obtiveram maior retenção de proteína. As dietas com FV 10% obtiveram maior digestibilidade da MS. A digestibilidade da FDN foi maior nas dietas com milho a 412 μm de DGM, enquanto a FDA apresentou maior coeficiente de digestibilidade nas dietas com FV 10%. A inclusão de CS afetou positivamente a digestibilidade da FDN e da FDA. Quanto ao tempo de retenção da digesta marcada com Cr-mordente, foi evidenciada maior retenção das dietas na parte inferior do trato digestório (intestino delgado, ceco e cólon) quando estas contiveram milho moído fino (DGM 412 μm) e FV 10%.

DIGESTIBILITY STUDIES IN BROILERS: EFFECT OF DIET PARTICLE SIZE, PROTEIN SOURCE AND INCLUSION OF INSOLUBLE FIBER

Author: Ludmila Noskoski

Adviser: Alexandre de Mello Kessler

ABSTRACT

Two experiments were conducted to study the relationships between corn particle size, inclusion of poultry viscera meal (0% inclusion - VEG and 10% inclusion – VM 10%) and level and type of insoluble fiber in diets for male Cobb 500 broilers, measuring digestive characteristics and performance in metabolism cages. In the first experiment it was tested the inclusion of 0 or 10% VM, corn with 351 or 641 μm mean geometric diameter (MGD) and 0, 1 or 2% of micronized purified wheat fiber (MPWF) as a source of insoluble fiber. In the second experiment the diets tested had 0 or 10% VM, corn with 412 or 811 μm mean geometric diameter and 0 or 3% of soybean hulls (SH) in the following particle sizes: 476, 968 or 1504 μm MGD, as a source of insoluble fiber. In experiment 1 it was observed that broilers from 36 to 40 days of age fed with diets compounded with 351 μm MGD corn showed higher feed dry matter (DM) digestibility, as well of protein retention. For each 1% inclusion of MPWF, diet dry matter digestibility decreased at a rate of 1.876 percentual points. In the second experiment, feed intake was greater with all vegetable diets, but diets with VM showed higher metabolizability of protein. Dry matter digestibility was also improved by the inclusion of 10% VM. NDF digestibility coefficient was higher in the diets with 412 μm MGD corn, whereas the digestibility of ADF was improved in the diets with VM. The SH inclusion also positively affected NDF and ADF digestibilities. The measurement of retention time of digesta of the diets marked with Cr-mordant soybean hulls showed that diets with 10% VM and 412 μm MGD corn had higher retention at the lower part of digestive tract (small intestine, cecum and colon), what is probably related to the digestibility improvements of these traits.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 4 |
| 2.1. Granulometria..... | 4 |
| 2.2 Fonte de proteína e digestibilidade da dieta..... | 6 |
| 2.2.1 Fonte de proteína | 6 |
| 2.2.2 Fibra da Soja..... | 9 |
| 2. 3 Taxa de Passagem | 11 |
| 2.3.1 Técnicas para determinação da passagem gastrointestinal. | 11 |
| 2.3.2 Fatores que afetam a passagem gastrointestinal | 13 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 15 |
| 3.1 Local..... | 15 |
| 3.2 Experimento I | 15 |
| 3.2.1 Animais experimentais | 15 |
| 3.2.2 Dieta Experimental | 16 |
| 3.2.3 Tratamentos..... | 17 |
| 3.2.4 Medidas Experimentais | 18 |
| 3.2.5 Preparo das amostra para análises | 18 |
| 3.2.6 Delineamento Experimental e Análise Estatística..... | 18 |
| 3.3 Experimento II | 19 |
| 3.3.1 Animais experimentais | 19 |
| 3.3.2 Dieta Experimental | 20 |
| 3.3.3 Tratamentos..... | 22 |
| 3.3.4 Medidas experimentais..... | 23 |
| 3.3.4.1 Desempenho..... | 23 |
| 3.3.4.2 Metabolizabilidade e Digestibilidade | 23 |
| 3.3.4.3 Medidas de tempo de retenção da digesta | 23 |
| 3.3.4.3.1 Preparo do Cr fixado à parede celular (indicador) | 23 |
| 3.3.4.3.2 Tempo de retenção da digesta..... | 24 |

| | |
|--|----|
| 3.3.5 Preparo das amostras para análises | 25 |
| 3.3.6 Delineamento Experimental e Análise Estatística..... | 25 |
| 3.4 Métodos Analíticos | 26 |
| | |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 4.1 Resultados | 28 |
| 4.1.1 Experimento I | 28 |
| Fonte protéica (FP)..... | 29 |
| DGM do milho..... | 29 |
| Inclusão de CM (%) | 29 |
| 4.1.2 Experimento II | 30 |
| 4.1.2.1 Desempenho..... | 30 |
| 4.1.2.2 Digestibilidade..... | 31 |
| 4.1.2.3 Taxa de Passagem | 33 |
| | |
| 5. CONCLUSÃO | 39 |
| | |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 40 |
| | |
| 7. APÊNDICES | 44 |

RELAÇÃO DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 Composição em ingredientes e nutrientes da dieta experimental I | 17 |
| TABELA 2 Composição em ingredientes e nutrientes da dieta experimental II | 21 |
| TABELA 3 Idade (dias) e oferta (g/dia) da ração experimental II..... | 22 |
| TABELA 4 Resultados do consumo de ração (CR), digestibilidade (MS) e de retenção de proteína bruta (PB) | 29 |
| TABELA 5 Resultados do consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e ganho de peso (GP) das aves no experimento II..... | 31 |
| TABELA 6 Resultados da digestibilidade da MS, metabolizabilidade PB e Digestibilidade da FDN e FDA das aves no experimento II..... | 32 |
| TABELA 7 Retenção (%) de Cr em três compartimentos digestivos dos frangos (parte superior, parte inferior e fezes) de acordo com os tratamentos e o tempo de abate (covariável)..... | 34 |

RELAÇÃO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – Retenção da digesta (% de retenção de Cr-mordente) em frangos de corte em três compartimentos (superior do TGI – Cr%sup; inferior do TGI – Cr%inf; e excretas– Cr%excretas) em diferentes horas após a oferta de alimento..... | 35 |
|---|----|

LISTA DE ABREVIACÕES

CA – Conversão Alimentar
CS – Casca de soja
DGM – Desvio Geométrico Médio
DMS – Digestibilidade da matéria seca
FDA – Fibra Detergente cida
FDN - Fibra Detergente Neutra
FTPM – Fibra de trigo purificada e micronizada
FI – Fibra Insolúvel
FV 10% - Dieta com inclusão de 10% de farinha de vísceras de aves
GP – Ganho de Peso
MS - Matéria Seca
PB - Proteina Bruta
PNAs – Polissacarídeos não amídicos solúveis
TGI – Trato Gastrointestinal
TP - Tamanho de Partícula
VEG – Dieta de fonte protéica vegetal

1. INTRODUÇÃO

Após o surgimento de várias doenças na cadeia alimentar, como BSE (vaca louca), febre aftosa e atualmente *influenza* aviária, o consumidor passou a exigir mais segurança no alimento que consome. Essa realidade impôs ao mercado novas exigências sobre a alimentação animal, como a proibição do uso de subprodutos de origem animal como forma de aumentar a segurança sanitária nas dietas de animais destinados à exportação.

Uma consequência da retirada de subprodutos de origem animal das dietas de frangos de corte é o prejuízo na digestibilidade da matéria seca consumida, acompanhada de maior produção de excretas e piora na qualidade da cama (VIEIRA & LIMA, 2005). A razão disto parece estar associada à baixa capacidade das aves em digerir carboidratos não-amídicos (fibra), que estão aumentados nas dietas pela maior inclusão de fontes de proteína de origem vegetal, em substituição às fontes de origem animal.

Para formulação de dietas para frangos de corte, a soja tem sido o ingrediente protéico vegetal mais utilizado. No entanto, o farelo de soja tem, na sua composição, um alto teor de carboidratos não-amídicos, de baixa digestibilidade (LESKE & COON, 1999). Conseqüentemente, o estudo dos

fatores envolvidos na digestibilidade do farelo de soja assumem grande importância dada a grande participação deste ingrediente nas dietas de frangos de corte.

A digestibilidade em aves está associada ao tempo de retenção do alimento no trato digestório. Este tempo, por sua vez, é influenciado por fatores físicos e químicos da dieta, como a granulometria e a quantidade de fibra. A granulometria do milho é de fundamental importância no desempenho das aves. Vários autores recomendam a utilização de uma granulometria correta para aves e suínos. Os resultados demonstram que granulometrias maiores trazem resultados positivos no desempenho de frangos de corte recebendo dietas fareladas. Por outro lado, o melhor desempenho aparentemente não resulta do aumento na digestibilidade da dieta.

A fibra alimentar insolúvel presente nos alimentos tem sido um desafio para a produção de aves, pois a fibra na dieta é considerada como um nutriente diluente ou antinutriente dependendo de sua solubilidade. Um dos grandes fatores de variação no conteúdo de fibra nas dietas para aves é a maior ou menor presença de casca no farelo de soja. A casca de soja é uma fonte de fibra insolúvel contendo 86% de carboidratos complexos. A presença da casca de soja tem sido considerada como um fator diluidor da proteína e energia do farelo de soja, mas pouco se sabe sobre seu efeito na digestibilidade dos demais nutrientes ou seu efeito no tempo de retenção da digesta em frangos de corte.

O presente trabalho objetiva estudar a influência de fatores determinantes da digestibilidade de componentes da dieta, avaliando os efeitos

e interações da quantidade de farelo de soja da dieta (pela inclusão ou não de proteína de origem animal), da granulometria do milho, e da inclusão de fontes de fibra insolúvel (fibra de trigo purificada e micronizada e casca de soja) sobre as características digestivas e o desempenho de frangos de corte.

2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Granulometria

A granulometria é o estudo da distribuição do tamanho das partículas de um alimento apresentado na forma farinácea (MELCION, 2000 apud FREITAS et al. 2002). Segundo os autores Zanotto et al. (1999), por definição, a determinação da granulometria é um método de análise que visa a classificar as partículas de uma amostra pelos respectivos tamanhos e a medir as frações correspondentes a cada tamanho. Brum et al. (2000) afirmam que um dos pontos a ser considerado na qualidade do milho é a sua granulometria que é o tamanho dos grãos após a moagem. Também de acordo com Brum et al. (2000), a granulometria pode variar de muito fina a grossa de acordo com o tamanho dos furos da peneira utilizada no moinho. Portanto, visando à redução no custo da ração, é de fundamental importância usar uma granulometria do milho que proporcione o desempenho adequado das aves, associado à redução no consumo de energia elétrica e ao aumento no rendimento de moagem desse ingrediente. Se a granulometria do milho for excessivamente fina ou grossa, os nutrientes podem não ser bem aproveitados pelas aves. Isso depende também da forma física da ração (farelada, triturada ou peletizada). No caso da granulometria do milho muito fina, com o Diâmetro Geométrico Médio (DGM) abaixo de 400 μm , em rações fareladas e/ou trituradas, os

frangos podem apresentar problemas de consumo devido à maior presença de pó, podendo causar problemas respiratórios e incrustações do alimento no bico.

Quanto ao tamanho de partícula, Penz e Maiorka (1996) acreditam que partículas menores sejam mais facilmente envolvidas pelos sucos digestórios, favorecendo assim a ação das enzimas sobre os ingredientes e facilitando a digestão de nutrientes. As partículas menores e uniformes facilitam a homogeneização das misturas. Por outro lado, Nir et al. (1994) verificaram que a velocidade de passagem das partículas maiores (DGM 2,1mm) foi mais lenta do que a das partículas finas (DGM 0,57 a 0,67mm) e médias (DGM 1,13 e 1,23mm), o que pode estar relacionado com ganhos no processo digestório das partículas maiores. Aqueles autores defenderam o ponto de vista de que, com o aumento do tamanho de partícula, aumenta a retenção da dieta na moela, assim favorecendo a digestão ácida associada ao trabalho mecânico que ali ocorre. Ainda segundo Nir et al. (1994), as dietas de baixo DGM fluíram rapidamente para o duodeno através da moela, gerando atrofia da moela e uma pequena hipertrofia do intestino delgado, com aumento no pH da moela e redução no pH do quimo intestinal. Os autores concluem que as aves se beneficiam com dietas de maior DGM, pois estas têm uma velocidade de passagem mais lenta pelos estômagos, que é associada a uma maior ingestão da dieta e taxa de crescimento.

Em estudo realizado por Meinerz (1999), o autor concluiu que o baixo valor de DGM (484 μm) da dieta pode ser um dos fatores que explique a diminuição da capacidade de ingestão de dieta farelada de baixa energia (2900

kcal), assim prejudicando o desempenho das aves pela baixa ingestão energética. Nir et al. (1994) observaram em um estudo realizado com cereais como milho, trigo e sorgo com baixo teor de tanino, que independentemente do processamento do cereal, a textura que permitiu a maior ingestão da dieta e o melhor desempenho foi dada pela dieta de tamanho médio (DGM 0,97 a 1,27 mm). Conforme Dahlke (2000), dietas fareladas com baixa granulometria apresentaram pior consumo, GP e CA. No entanto, quando as rações foram peletizadas, o efeito do DGM do milho não afetou os valores de desempenho. Ou seja, o fato indica que um dos principais fatores negativos do baixo DGM do milho é a redução no consumo alimentar que apresenta em dietas fareladas.

Para suínos, Zanotto et al. (1999) afirmam que se deve evitar o uso de milho com granulometria inferior a 500 μm , sob o risco de, na presença de fatores pré-ulcerativos, promover a potencialização dessa lesão. O milho com granulometria superior a 650 μm , diminui a eficiência de sua utilização pelo suíno, contribuindo assim para o aumento da poluição ambiental.

2.2 Fonte de proteína e digestibilidade da dieta

2.2.1 Fonte de proteína

Desde o aparecimento da Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE), foi proibida a adição de produtos de origem animal em algumas dietas para frangos de corte (VIEIRA e LIMA, 2005). O uso de dieta vegetal para o mercado externo será praticamente uma constante, porque implica melhor qualidade do produto e uma aceitação melhor da carne de frango brasileira (ROSTAGNO, 2002). Quanto à performance do frango, o autor cita que a produtividade do frango alimentado com dietas vegetais é a mesma que com

dietas de origem animal. Saliente-se que as dietas são diferentes e o frango bebe mais água (dieta vegetal) e pode implicar mais umidade de cama, aumentando a incidência de parasitas e doenças.

Conforme estudo feito por Vieira e Lima (2005), as diferentes fontes protéicas na dieta não diferiram no desempenho dos frangos. Os autores verificaram que ganho de peso, consumo alimentar e conversão alimentar não apresentaram diferenças significativas. Mas, concordando com Rostagno (2002), foi verificado que os animais que consumiram dieta vegetal apresentaram maior produção e umidade de excretas.

Uma maior alteração na formulação de dietas é relatada com a inclusão de farelo de soja. A matéria seca do farelo de soja é composta de alta qualidade de proteína, mas apresenta carboidratos de baixa digestibilidade, como os oligossacarídeos derivados da sacarose, a pectina, hemicelulose e celulose (EDRIDGE, 1979 apud VIEIRA e LIMA, 2005).

De acordo com Svihus e Hetland (2001), o ingrediente nas dietas de frangos de corte que possui mais amido é o trigo. Esse cereal possui uma digestibilidade variável, entre 79 e 95%, de acordo com os resultados daqueles autores. Quando foram adicionadas fibra solúvel e enzimas na dieta notou-se uma diminuição na digestibilidade do amido. O peso vivo das aves aumentou quando foi usado trigo inteiro e foi reduzido quando se adicionou celulose.

A digestibilidade aparente da proteína das dietas à base de farelos e grãos de cereais está 80 a 89% (ROTTER et al.,1989). Por outro lado, a digestibilidade aparente da matéria seca dessas dietas tem medidas entre 65 e 75%. Tal discrepância indica que a maior fração dietética, os carboidratos, é

uma fração que tem algum comprometimento de sua digestibilidade em aves. A soja possui uma quantidade mínima de amido (aproximadamente 0,5%), sendo sua fração de carboidratos constituída por componentes da fibra insolúvel (celulose, hemicelulose) e solúvel (pectinas e oligossacarídeos como sacarose, estaquiose, rafinose e verbascose), que constituem mais de um terço do farelo desse ingrediente (Karr-Lilientahal et al., 2005). A celulose é praticamente indigestível pelas aves, enquanto os polissacarídeos não-amídicos solúveis (PNAs) apresentaram 39% de digestibilidade no trabalho de Jamroz et al. (2002). Valores iguais ou inferiores aos dos PNAs podem ser esperados para a digestibilidade da hemicelulose e pectinas. Em consequência, a digestibilidade da fração glicídica do farelo de soja provavelmente muito baixa, e sua alta inclusão em dietas para frangos de corte estão associadas à baixa digestibilidade da MS observada nessas dietas. Beretta (2003) verificou digestibilidade da matéria orgânica para frangos de corte de 21 a 42 dias de apenas 68,6%, em dietas de milho e farelo de soja. Constatou igualmente que é de 71,1% quando parte do farelo de soja foi substituído por proteína isolada de soja e amido. Vieira e Lima (2005) também verificaram que a digestibilidade da matéria seca (DMS) da dieta foi menor em dietas à base de milho e farelo de soja (DMS = 75,0%) do que em dietas em que parte do farelo de soja foi substituído por ingredientes de origem animal (DMS = 77,6%). Leske e Coon (1999) demonstraram que a baixa digestibilidade da matéria seca do farelo de soja está fortemente associada ao seu conteúdo de carboidratos solúveis. Em experimento medindo digestibilidade de farelo de soja com ou sem extração com etanol (extração da estaquiose, rafinose e sacarose) em galos, aqueles autores verificaram maior digestibilidade da matéria seca no farelo de soja com

extração por etanol (DMS = 63,3 %) do que no farelo de soja comum (DMS = 52,1 %).

O ganho de digestibilidade com o uso de proteína animal em dietas para frangos de corte não parece ser devido a uma característica especial da fonte de proteína animal, mas sim pela redução que ocorre na inclusão de farelo de soja da dieta e conseqüentemente nos seus teores de carboidratos insolúveis e solúveis.

2.2.2 Fibra da Soja

As fibras dietéticas constituem uma parte significativa de todas as rações vegetais. Hetland et al. (2004), em sua revisão sobre o assunto, defendem a idéia de que a variação na quantidade e estrutura da fibra é grande entre diferentes materiais vegetais. Segundo aqueles autores, as fibras são classificadas de acordo com a sua solubilidade em água, sendo parte fibra insolúvel, como a celulose e fibras solúveis, tais como arabinosilanas, β -glucanas e pectinas. As fibras solúveis podem produzir alta viscosidade no intestino delgado e desse modo inibir a digestão e absorção. A alta viscosidade pode afetar a ingestão de ração devido à passagem mais lenta, que, por sua vez, causa proliferação microbiana no intestino. A fração de fibra insolúvel é considerada como um nutriente diluente em dietas para animais monogástricos. Ela não é degradada extensivamente pela fermentação bacteriana nas aves domésticas, o que faz com que a sua influência na composição e quantidade da microflora seja relativamente insignificante. Essa é uma diferença importante para com a fração solúvel, que se descobriu afetar a microflora de forma considerável. Em estudos relatados pelos autores, o

desempenho não diminui quando a fibra insolúvel foi incluída em níveis moderados para frangos de corte e galinhas poedeiras, apesar de reduzir a concentração de nutrientes na dieta. O aumento do bolo ingerido devido à fibra insolúvel parece ser ligado a um aumento no tamanho do trato digestório e uma passagem mais rápida através do intestino.

Karr-Lilienthal et al. (2005), em uma revisão sobre as propriedades químicas e nutricionais dos carboidratos da soja relacionados a não – ruminantes, relataram que os carboidratos vegetais são os componentes predominantes das dietas animais e contribuem com 70% ou mais da matéria seca da dieta. Existem dois tipos, os carboidratos não-estruturais e os polissacarídeos estruturais (incluindo a fibra dietética). Os carboidratos não-estruturais da soja são compostos por açúcares, oligossacarídeos e polissacarídeos de reserva. Segundo aqueles autores, a concentração de açúcar da soja é de aproximadamente 14% da MS, abrangendo 40-45% do total de carboidratos. Os oligossacarídeos encontrados na soja e no farelo de soja são a rafinose, estaquiose e verbascose abrangendo aproximadamente 5% da MS. Apenas baixas concentrações de polissacarídeos de reserva estão presentes na soja e no farelo de soja. O polissacarídeo de reserva primário é o amido, que geralmente abrange menos de 1% da semente de soja. Já os polissacarídeos estruturais incluem a fibra dietética que é composta de celulose, pectina e hemicelulose. As cascas de soja representam o revestimento da semente de soja e constituem um importante co-produto do processamento da soja, chegando a aproximadamente 8% da semente de soja. As cascas de soja são, portanto, uma fonte de fibra dietética que contém 67%

de FDN, 49,3% de FDA, 2,3% de lignina, 17,7% de hemicelulose insolúvel e 47% de celulose. A soja e o farelo de soja contêm até 35 e 40% de carboidratos, respectivamente (KARR-LILIENTHAL et al., 2005).

Em estudos feitos com frangos por Parsons et al. (2000), a digestibilidade da estaquiose e da rafinose foi de 48 e 25% respectivamente, quando as aves foram cecectomizadas, mas foi muito mais alta (79 e 74%) em aves normais (sem cecectomia), indicando que a maior parte da digestão dos oligossacarídeos ocorre através da fermentação por populações bacterianas no TGI. A presença dos oligossacarídeos tem sido implicada como tendo efeitos negativos na digestibilidade de nutrientes e disponibilidade de energia do farelo de soja. No mesmo estudo, Parsons et al. (2000) verificaram que farelos de soja com baixo teor de oligossacarídeos apresentaram maior digestibilidade da matéria seca e energia metabolizável do que o farelo de soja convencional

2. 3 Taxa de Passagem

2.3.1 Técnicas para determinação da passagem gastrintestinal.

Existem, segundo Warner (1981), metodologias para a determinação da passagem da digesta pelo trato digestório: taxa de passagem, taxa de fluxo e velocidade de passagem. A taxa de passagem é a técnica mais utilizada, é a medida do tempo que porções da digesta permanecem no trato digestório ou em um de seus segmentos, que estão sujeitos aos processos de homogeneização, digestão e absorção. As medidas mais comuns da taxa de passagem são o tempo de retenção, que é o tempo em que a fração da digesta é retida no trato digestório ou em um de seus segmentos. O tempo médio de retenção, por outro lado é a média do tempo de retenção de todos os

elementos da digesta no trato total ou em algum segmento. A forma correta para a determinação do tempo médio de retenção é pela divisão da massa do conteúdo do trato ou de algum de seus segmentos pela quantidade ingerida por unidade de tempo. Vários têm sido os indicadores empregados para medir a passagem do alimento pelo TGI, como óxido de ferro, óxido de cromo, fibra Cr-mordente e outros.

Indicador é uma substância presente no alimento (indicador interno) ou adicionada ao alimento (indicador externo), cuja análise de sua concentração no alimento e nas excretas permite calcular os coeficientes de digestibilidade de um nutriente e/ou dieta (ANDRIGUETTO et al., 1988).

A taxa de passagem da digesta através do trato digestório é usualmente medida pela adição de indicadores não digestíveis e não absorvíveis na dieta. Um número de indicadores pode ser usado, dependendo primeiramente dos constituintes da dieta em estudo (DUKE, 1986).

A adoção do método do indicador externo pode apresentar uma problemática em relação às grandes quantidades para a obtenção de resultados analíticos adequados e divergências quanto aos resultados de pesquisas, principalmente devido às variabilidades analíticas encontradas (Uden et al., 1980). Uma vez que os coeficientes de digestibilidade são determinados pela relação entre a porcentagem de indicador encontrado na dieta e nas excretas, qualquer equívoco na determinação do indicador, especialmente na dieta, acarreta uma grande discrepância no cálculo final do coeficiente de digestibilidade (SAHA e GILBREATH, 1991 apud OETTING, 2002).

2.3.2 Fatores que afetam a passagem gastrintestinal

Em geral, as aves domésticas possuem um tempo de trânsito digestório relativamente mais curto do que os mamíferos, o que poderia talvez ser atribuído ao trato digestório mais curto da ave. Comparando os tempos de trânsito de sólidos e líquidos com farelo de trigo, Vergara et al. (1989) concluíram que ambos os tempos estavam relacionados à idade das aves, mas de uma forma diferente. Enquanto que o tempo de retenção do indicador insolúvel (Cr-mordente) diminui com o avanço da idade da ave, o tempo de retenção do marcador solúvel (Cr-EDTA) aumenta quando a idade do animal aumenta também.

Além da idade, fatores nutricionais, genéticos, ambientais, de consumo e de forma física da ração também parecem direta ou indiretamente afetar a taxa de passagem do alimento pelo TGI (DAHLKE,2000). Outro fator citado por Warner (1981) são períodos prolongados de jejum que parecem também alterar a passagem do alimento.

Ferrando et al. (1987) estudaram o tempo de trânsito em frangos de corte por meio de células vegetais indicadas com cromo-mordente, e eles observaram que o tempo de trânsito depende do tamanho da partícula do marcador. Esses autores, trabalhando com casca de arroz e farelo de trigo, afirmaram que o tempo médio de retenção foi maior para partículas maiores que 2mm, independentemente do material utilizado. As partículas entre 1-1,5mm de casca de arroz ficaram mais tempo retidas e partículas menores que 0,5 mm apresentaram menor tempo de retenção. Diante disso, estes concluíram que o tamanho limitador das partículas poderia ser entre 0,5 -

1,5 mm em frangos.

Para Hetland et al. (2004), em um trabalho realizado, as cascas de aveia fina passaram pela moela imediatamente após a ingestão. Em contraste, aproximadamente 30% das cascas de aveia grossa ainda foram encontradas na moela 48 horas após terem sido administradas. Esses autores explicam que a atividade de trituração da moela poderia ter sido maior se ela tivesse mais conteúdo para facilitar a interação entre as partículas, já que as cascas de aveia sozinhas não foram suficientes para encher a moela. O fato de que a fibra insolúvel acumula-se na moela resulta em uma velocidade de passagem mais lenta da fração da fibra do que outros componentes da ração.

Para Svihus et al. (2002), os resultados mostraram que partículas podem passar rapidamente através do trato digestório superior e que a taxa de passagem da dieta pela moela não foi afetada independentemente da forma do trigo (moído ou grosso).

Em um trabalho de Hetland e Svihus (2001), foram adicionados 10% de casca de aveia moída grossa e 10% de casca de aveia moída fina em dietas para aves com o uso do indicador dióxido de titânio. Esses autores observaram que o peso da moela e jejuno sem conteúdo aumentaram e a taxa de passagem foi mais rápida quando houve a inclusão de casca de aveia moída grossa. No mesmo trabalho, houve um aumento significativo na digestibilidade de amido para dietas a base de trigo quando cascas de aveia foram incluídas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos com frangos de corte machos de linhagem comercial Cobb 500. Em ambos experimentos foram investigados os efeitos da fonte protéica, da granulometria do milho e da adição de fibra insolúvel na dieta no desempenho e características digestivas dos frangos. No experimento I, a fibra insolúvel utilizada foi da marca comercial VITACEL® WF 101 aqui tratada como fibra de trigo purificada e micronizada (FTPM) e no experimento II foi utilizada a casca de soja (CS).

3.1 Local

Ambos experimentos foram postos em prática no Laboratório de Ensino Zootécnico, do Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Agronomia, da UFRGS, em Porto Alegre, RS. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Análises de Solos, do Departamento de Solos, ambos da Faculdade de Agronomia, da UFRGS.

3.2 Experimento I

3.2.1 Animais experimentais

Foram utilizados no experimento 48 frangos de corte machos e de

linhagem comercial (Cobb 500), com 33 dias de idade e de peso médio de 1400g. Os animais foram alojados em gaiolas de metabolismo, uma ave por gaiola, e mantidos em sala climatizada com luminosidade controlada (24 horas). A água corrente foi fornecida à vontade, em bebedouro tipo calha, e a dieta em comedouro individual.

Foi realizado um período pré-experimental, de três dias, com o objetivo de adaptação às dietas experimentais. Nesse período, a dieta foi fornecida à vontade.

O período experimental foi dos 36 aos 40 dias de idade. As aves foram distribuídas aleatoriamente em doze tratamentos, com quatro repetições cada. Nos cinco dias experimentais, foi oferecida dieta à vontade e foram realizadas colheitas diárias de excretas. No primeiro dia, os animais foram submetidos a um jejum de quatro horas para limpeza do trato gastrointestinal e após foi ofertada a dieta experimental. No quinto dia, após o jejum de quatro horas, foram coletadas excretas correspondentes ao período experimental.

3.2.2 Dieta Experimental

Foram utilizadas dietas que variaram conforme a fonte protéica Vegetal (VEG) e Animal (com inclusão de 10% de farinha de vísceras - FV 10%); com granulometria do milho de DGM 351 μm e DGM 641 μm); e da inclusão da FTPM (zero, 1%, 2%). As fórmulas das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 1.

A FTPM possui 97% de fibras, sendo fibra solúveis 2,5% e insolúveis 94,5%, TP 50 μm . Os valores de FDN de 71,34% e FDA de 49,70% foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal da UFRGS.

As dietas foram formuladas de forma a atender as recomendações nutricionais dos frangos de corte nessa fase (Rostagno, 2000) e foram isonutritivas. As dietas sem proteína animal foram preparadas à base de milho e farelo de soja, e as dietas com proteína animal tiveram 10% de farinha de vísceras de aves.

TABELA 1 – Composição em ingredientes e nutrientes da dieta experimental I.

| Ingredientes (%) | FONTE VEGETAL | | | FONTE ANIMAL | | |
|--|---------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
| | FI 0% | FI 1% | FI 2% | FI 0% | FI 1% | FI 2% |
| Milho* | | 56,86 | | | 66,79 | |
| Farelo do Soja 45% | | 33,5 | | | 18,5 | |
| Gordura Vegetal | | 3,4 | | | - | |
| Farinha de vísceras de aves | | - | | | 10 | |
| Calcário | | 1,5 | | | 1,2 | |
| Premix | | 0,5 | | | 0,5 | |
| Sal | | 0,47 | | | 0,44 | |
| Fosfato Bicálcico | | 1,6 | | | 0,43 | |
| DL-metionina | | 0,17 | | | 0,14 | |
| Amido de milho | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| VITACEL® WF 101 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 |
| Total | | 100 | | | 100 | |
| NUTRIENTES – COMPOSIÇÃO CALCULADA | | | | | | |
| PB (%) | | 20,50 | | | 20,50 | |
| EMA(kcal/kg) | | 3050 | | | 3050 | |
| Ca (%) | | 1,00 | | | 1,00 | |
| P disponível | | 0,42 | | | 0,42 | |
| Na (%) | | 0,20 | | | 0,20 | |
| Lisina total (%) | | 1,05 | | | 1,09 | |
| Met + Cis (%) | | 0,82 | | | 0,82 | |
| Colina (mg/kg) | | | 1300 | | | 1300 |

* Milho: DGM 351 μ m e 641 μ m

3.2.3 Tratamentos

Foram utilizados doze tratamentos citados abaixo:

T1 – dieta FV 10%, milho com DGM 351 μ m e 0% de inclusão de FTPM.

T2 – dieta FV 10%, milho com DGM 351 μ m e 1% de inclusão de FTPM.

T3 – dieta FV 10%, milho com DGM 351 μ m e 2% de inclusão de FTPM.

T4 – dieta FV 10%, milho com DGM 641 μm e 0% de inclusão de FTPM.

T5 – dieta FV 10%, milho com DGM 641 μm e 1% de inclusão de FTPM.

T6 – dieta FV 10%, milho com DGM 641 μm e 2% de inclusão de FTPM.

T7 – dietas VEG, milho com DGM 351 μm e 0% de inclusão de FTPM.

T8 – dietas VEG, milho com DGM 351 μm e 1% de inclusão de FTPM.

T9 – dietas VEG, milho com DGM 351 μm e 2% de inclusão de FTPM.

T10 – dietas VEG, milho com DGM 641 μm e 0% de inclusão de FTPM.

T11 - dietas VEG, milho com DGM 641 μm e 1% de inclusão de FTPM.

T12 – dietas VEG, milho com DGM 641 μm e 2% de inclusão de FTPM.

3.2.4 Medidas Experimentais

As variáveis analisadas foram consumo de ração, digestibilidade da MS e metabolizabilidade da proteína bruta.

3.2.5 Preparo das amostra para análises

Para análise de excretas, foram pesados em torno de 200g de excretas aos quais foram misturados 2ml de H_2SO_4 . Estas foram secas em estufa a 60°C por 72 h, pesadas e moídas em moinho tipo processador, sendo então subamostradas para as análises de MS a 105°C e PB.

Para a dieta experimental foram realizadas as análises de MS e PB.

3.2.6 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental foi o completamente casualizado (DCC), com 12 tratamentos, decomposto em um modelo fatorial 2 x 2 x 3 (granulometria x fonte protéica x FTPM) com quatro repetições para cada

tratamento, totalizando 48 animais. Para a análise estatística será usada a decomposição fatorial de acordo com o modelo linear.

$$Y_{ijkl} = u + F_i + G_j + C_k + FG_{ij} + FC_{ik} + GC_{jk} + FGC_{ijk} + e_{ijkl},$$

onde Y_{ijkl} é a observação individual, F_i é o efeito do fator fonte de proteína; G_j é o efeito do fator granulometria do milho; C_k é o efeito do fator inclusão de FTPM; FG_{ij} é o efeito da interação entre o fator fonte de proteína e o fator granulometria do milho; FC_{ik} é o efeito da interação entre o fator fonte de proteína e o fator inclusão de FTPM; GC_{jk} é o efeito da interação entre o fator granulometria do milho e o fator inclusão de FTPM; FGC_{ijk} é o efeito da interação entre o fator fonte de proteína e o fator granulometria do milho e o fator inclusão de FTPM, enquanto e_{ijkl} é o erro aleatório.

Para testar o efeito do nível de inclusão da FTPM (0, 1 e 2%), esse nível foi incluído como covariável.

3.3 Experimento II

3.3.1 Animais experimentais

Foram utilizados 80 frangos de corte machos, de linhagem comercial (Cobb 500), com 21 dias de idade, com peso médio de 650 g. Os animais foram alojados em gaiolas de metabolismo, uma ave por gaiola, e mantidos em sala climatizada com luminosidade controlada (24 horas). A água corrente foi fornecida à vontade, em bebedouro tipo calha e a dieta em comedouro individual.

O período experimental foi dos 21 aos 31 dias de idade, para as respostas de desempenho e dos 24 aos 31 dias para as respostas de digestibilidade. As aves foram distribuídas aleatoriamente em dezesseis

tratamentos, com cinco repetições cada. Durante os dez dias experimentais, ofereceu-se dieta controlada a 90% do consumo voluntário (conforme curva de consumo do manual da linhagem) e água à vontade. Para as medidas de digestibilidade, na primeira oferta de alimento experimental (dia 24), os animais foram submetidos a um jejum de quatro horas para limpeza do trato gastrointestinal e após foi ofertada a dieta experimental. A colheita da excreta foi realizada diariamente até o dia 31, para as análises de digestibilidade e da metabolizabilidade da PB.

3.3.2 Dieta Experimental

Durante o período experimental, as aves receberam dietas que variaram conforme a fonte protéica Vegetal (VEG) e Animal (com adição de 10% de farinha de vísceras - FV 10%) de granulometria do milho com DGM 412 μm e 811 μm ; e da inclusão e tamanho de partícula (TP) da casca de soja (zero, 3% de casca com DGM 476 μm fino, 3% de casca com DGM 968 μm TP médio e 3% de casca com DGM 1504 μm TP grosso).

As dietas foram formuladas de forma a atender recomendações nutricionais para frangos de corte nessa fase (ROSTAGNO, 2000) e foram isonutritivas. Em relação à inclusão de fibra, as dietas foram formuladas iguais aos níveis de todos os ingredientes. Assim sendo, observado na tabela 2, existem pequenas diferenças nos níveis de proteína bruta e energia metabolizável das dietas conforme valores diferentes de conteúdo desses nutrientes que são encontrados no amido de milho e farelo de soja.

Para obtenção dos valores de TP, a casca de soja utilizada foi moída na seguinte ordem: a de TP fino foi moída em moinho tipo Wiley munido de

peneira com orifício de 3 mm por duas vezes; a de TP média, com peneira de orifício de 5 mm uma vez e a de TP grande não foi moída e misturadas à ração basal com misturador tipo Y.

Tabela 2 - Composição em ingredientes e nutrientes da dieta experimental II.

| | FONTE VEGETAL | | FONTE ANIMAL | |
|-----------------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| | Sem casca % | Com casca % | Sem casca % | Com casca % |
| Milho * | | 56,635 | | 66,915 |
| Farelo do soja 48% | | 32,05 | | 17,2 |
| Amido | 3 | - | 3 | - |
| Casca de Soja ** | - | 3 | - | 3 |
| Farinha de Vísceras de aves | | - | | 10 |
| Calcário | | 1,35 | | 0,88 |
| Fosfato Bicálcico | | 1,67 | | 0,80 |
| Sal comum | | 0,46 | | 0,33 |
| Lisina | | 0,16 | | 0,25 |
| Gordura Vegetal | | 4,22 | | 0,21 |
| DL-metionina | | 0,23 | | 0,17 |
| Premix mineral | | 0,10 | | 0,10 |
| Colina | | 0,05 | | 0,07 |
| Premix vitaminico | | 0,05 | | 0,05 |
| Coban 400 | | 0,025 | | 0,025 |
| Total | | 100 | | 100 |

NUTRIENTES – COMPOSIÇÃO CALCULADA

| | Vegetal sem | Vegetal com | Animal sem | Animal com |
|-----------------------|-------------|-------------|------------|------------|
| | casca | casca | casca | casca |
| PB (%) | 20,00 | 20,33 | 20,00 | 20,33 |
| EM (kcal/kg) | 3198 | 3128 | 3198 | 3128 |
| Ca (%) | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| P disponível (%) | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 |
| Na (%) | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| Lisina disponível (%) | 1,05 | 1,06 | 1,05 | 1,06 |
| Met + Cis disp. (%) | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 |
| Colina (mg/kg) | 1450 | 1450 | 1450 | 1450 |
| FDN (%) | 8,60 | 10,3 | 8,27 | 9,98 |
| FDA (%) | 3,43 | 4,74 | 2,92 | 4,23 |

*O milho variou de milho moído fino nos tratamentos 1,2,3,4,9,10,11 e 12; e milho moído grosso nos tratamentos 5,6,7,8,13,14,15 e 16.

**A inclusão da casca de soja foi de 3% na dieta nos tamanhos de partículas :fino (476 µm) nos tratamentos 2, 6, 10 e 14; médio (968 µm) nos tratamentos 3, 7, 11 e 15 e grosso (1504 µm) nos tratamentos 4, 8, 12 e 16.

A oferta da dieta foi calculada por dez dias, incluindo os três dias de adaptação e os sete dias do período de coleta com consumo de 90% do à

vontade, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Idade (dias) e oferta (g/dia) da ração experimental II.

| Idade (dias) | Oferta (g/dia) |
|---------------------|-----------------------|
| 21 | 99 |
| 22 | 103 |
| 23 | 110 |
| 24 | 110 |
| 25 | 114 |
| 26 | 117 |
| 27 | 120 |
| 28 | 123 |
| 29 | 126 |
| 30 | 129 |
| 31 | 132 |
| 32 | 135 |

O total ofertado para os animais foi de 839g nos sete dias experimentais. No dia 31, foram retiradas e pesadas as sobras das dietas para os cálculos dos totais consumidos. No dia 32, foi ofertada a dieta com a adição de 3 g de casca de soja com Cr-mordente para as medidas de tempo de retenção das dietas no trato digestório das aves.

3.3.3 Tratamentos

Foram utilizados dezesseis tratamentos citados abaixo:

T1 – dieta VEG, milho com DGM 412 μm e 0% de casca de soja

T2 - dieta VEG, milho com DGM 412 μm e 3% de casca de soja com TP fino

T3 - dieta VEG, milho com DGM 412 μm e 3% de casca de soja com TP médio

T4 - dieta VEG, milho com DGM 412 μm e 3% de casca de soja com TP grosso

T5 - dieta VEG, milho com DGM 811 μm e 0% de casca de soja

T6 - dieta VEG, milho com DGM 811 μm e 3% de casca de soja com TP fino

T7 - dieta VEG, milho com DGM 811 μm e 3% de casca de soja com TP médio

T8 - dieta VEG, milho com DGM 811 μm e 3% de casca de soja com TP grosso

T9 - dieta FV 10%, milho com DGM 412 μm e 0% de casca de soja

T10 - dieta FV 10%, milho com DGM 412 μm e 3% de casca de soja com TP fino

T11 - dieta FV 10%, milho com DGM 412 μm e 3% de casca de soja com TP médio

T12 - dieta FV 10%, milho com DGM 412 μm e 3% de casca de soja com TP grosso

T13 - dieta FV 10%, milho com DGM 811 μm e 0% de casca de soja

T14 - dieta FV 10%, milho com DGM 811 μm e 3% de casca de soja com TP fino

T15 - dieta FV 10%, milho com DGM 811 μm e 3% de casca de soja com TP médio

T16 - dieta FV 10%, milho com DGM 811 μm e 3% de casca de soja com TP grosso.

3.3.4 Medidas experimentais

3.3.4.1 Desempenho

Foram medidos o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar no período de 21 a 30 dias de idade.

3.3.4.2 Metabolizabilidade e Digestibilidade

Por meio da análise laboratorial do alimento consumido e material fecal produzido no período de 24 a 30 dias de idade foram calculadas medidas de metabolizabilidade da MS e PB e digestibilidade da FDN e FDA .

3.3.4.3 Medidas de tempo de retenção da digesta

3.3.4.3.1 Preparo do Cr fixado à parede celular (indicador)

A preparação do indicador fibra de casca de soja com Cr-mordente foi realizada conforme técnica de Udén et al. (1980) com modificações como se detalha a seguir. Foram pesadas 200g de casca de soja com DGM 1504 μm , dividindo em dois recipientes com 100g cada. Em cada recipiente, a CS ficou embebida com 2500ml de solução de FDN e esta solução foi fervida por uma

hora. Logo após o tratamento, a fibra foi colocada em uma estufa de ar forçado a 60°C por 24h. No dia seguinte, a amostra seca foi embebida com 650 ml de uma solução de dicromato de sódio a 9%p/v (9g Na₂Cr₂O₇ · 2H₂O/100ml H₂O, ou seja, 58,5 g), coberta com papel de alumínio e colocada numa estufa a 100°C durante 24 horas. Logo após o tratamento, a fibra foi lavada com água quente até o líquido sair sem cor. Esse material foi suspenso em água e tratado com excesso (50% do peso da fibra) de ácido ascórbico para converter a valência do Cr de VI para III. A fibra marcada foi deixada em solução durante a noite, lavada com água quente até o líquido sair claro e finalmente seca a 60°C.

A quantidade de cromo total na amostra de casca de soja foi de 9,3%. Assim sendo, nas dietas da última refeição foi incluída 0,3% de casca de soja Cr-mordente, correspondendo a 279 ppm de Cr adicionado.

3.3.4.3.2 Tempo de retenção da digesta

No último dia do experimento (32 dias de idade), todos os animais receberam alimento indicado com Cr-mordente na quantia de 135 g.

A dieta com Cr-mordente foi ofertada aos animais às 8h do dia 32 (idade das aves). Após, os animais foram abatidos nas horas 2; 3; 4; 5 e 6 conforme as cinco repetições de cada tratamento. De cada animal abatido foi retirado na íntegra todo o conteúdo do TGI, que foi separado em duas partes: superior - do papo até a moela e inferior - do intestino delgado até a cloaca. Cada parte foi seca em estufa a 60°C por 48h para posterior análise dos níveis de cromo. A terceira parte para análise de retenção do cromo ingerido foram as excretas produzidas até o momento do abate, coletadas na bandeja.

A resposta da taxa de retenção foi medida como a porcentagem do Cr-mordente adicionado à dieta consumida por cada ave até o momento do abate, conforme recuperada em cada segmento de digesta coletado (superior, inferior e excretas), e analisado em cada hora de abate.

3.3.5 Preparo das amostras para análises

Para análise de excretas, foram pesados em torno de 200g. Estas foram secadas em estufa a 60°C por 72 h, retiradas da estufa e pesadas. Foram trituradas em moinho tipo processador e realizadas as análises de MS 105° C, PB, FDN e FDA.

Para análise das excretas, partes superior e inferior do TGI contendo Cr-mordente, o material coletado foi seco a 60°C e triturado em moinho tipo centrífugo. A seguir, o material foi encaminhado para o Laboratório de Análises de Solos da UFRGS.

Para a dieta experimental foram realizadas as análises de MS, PB, FDN e FDA.

As dietas contendo Cr-mordente foram analisadas no seu teor de Cr pelo Laboratório de Solos, UFRGS.

3.3.6 Delineamento Experimental e Análise Estatística

Utilizou-se o delineamento completamente casualizado (DCC) com 16 tratamentos, decomposto em um modelo fatorial 2 x 2 x 4 (granulometria x fonte protéica x níveis de casca de soja) com cinco repetições para cada tratamento, totalizando 80 animais. Para a análise estatística será usada a decomposição fatorial de acordo com o modelo linear:

$$Y_{ijkl} = u + F_i + G_j + C_k + FG_{ij} + FC_{ik} + GC_{jk} + FGC_{ijk} + e_{ijkl}$$

onde Y_{ijkl} é a observação individual, F_i é o efeito do fator fonte de proteína; G_j é o efeito do fator granulometria do milho; C_k é o efeito do fator inclusão e tamanho de partícula da casca de soja; FG_{ij} é o efeito da interação entre o fator fonte de proteína e o fator granulometria do milho; FC_{ik} é o efeito da interação entre o fator fonte de proteína e o fator inclusão e tamanho de partícula da casca de soja; GC_{jk} é o efeito da interação entre o fator granulometria do milho e o fator inclusão e tamanho de partícula da casca de soja; FGC_{ijk} é o efeito da interação entre o fator fonte de proteína e o fator granulometria do milho e o fator inclusão e tamanho de partícula da casca de soja, e e_{ijkl} é o erro aleatório.

Para as análises de desempenho, foi incluída no modelo a covariável peso inicial. Para as análises de tempo de retenção, não foi testada a interação tripla (por falta de repetições), e as interações duplas não significativas foram retiradas do modelo. O tempo de abate (após última refeição) foi usado como co-variável nas formas linear, quadrática e cúbica.

Para execução das análises estatísticas foi usado pacote estatístico disponível (Statgraphics Plus 4.1, 1999).

3.4 Métodos Analíticos

A MS e PB das dietas, excretas e conteúdo intestinal foram determinadas de acordo com as técnicas da AOAC (1996).

A FDN e FDA das dietas experimentais e das excretas foram determinadas de acordo com técnicas descritas por Goering e Van Soest (1970). Na determinação da FDN das dietas experimentais utilizou-se α -amilase marca Novozyme.

A técnica utilizada para a análise de Cr no indicador, nas dietas, nas excretas e no conteúdo intestinal foi feita por espectrofotometria de absorção atômica, conforme descrito por Tedesco et al. (1995).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados

4.1.1 Experimento I

Não houve efeitos significativos nas interações.

Os dados de consumo de MS, digestibilidade da MS e metabolizabilidade da PB (%) são apresentados na Tabela 4.

Quanto ao consumo das dietas, não houve diferenças significativas comparando as dietas VEG e FV 10%. Os efeitos granulometria do milho e níveis de FTPM não apresentaram diferenças significativas.

As dietas com diferentes fontes protéicas apresentaram um efeito considerável na resposta de digestibilidade das aves. A digestibilidade da matéria seca da dieta foi maior ($P > 0,001$) na dieta FV 10%. A granulometria do milho utilizado nas formulações afetou a digestibilidade da MS e a metabolizabilidade de PB pelas aves. As aves que receberam dieta com milho de DGM 351 μm tiveram uma maior digestibilidade da MS ($P > 0,003$) quando comparadas com animais alimentados com DGM 641 μm .

A adição de FTPM na dieta afetou a digestibilidade da MS ($P > 0,001$). As aves que receberam as dietas com 2% de FTPM apresentaram

menor digestibilidade da MS do que as de 0%. Também foi observado que a redução na digestibilidade da MS ocorreu de forma linear ($P>0,001$) com o aumento no nível de FTPM na dieta. A equação $\text{DigMS}(\%) = 74,11 - 1,876x$, na qual $x = \text{FTPM}(\%)$, mostra que, para cada 1% de adição desta fibra, houve prejuízo de 1,9% na digestibilidade da MS.

Tabela 4 – Resultados do consumo de ração (CR), digestibilidade (MS) e de metabolizabilidade da proteína bruta (PB).

| Fatores | CR (g) | Digestibilidade da MS(%) | Metabolizabilidade da PB (%) |
|----------------------------|--------------|--------------------------|------------------------------|
| Fonte protéica (FP) | | | |
| FV 10% | 611,0 | 74,6 | 56,4 |
| VEG | 628,5 | 69,8 | 51,1 |
| DGM do milho | | | |
| 351 μm | 604,6 | 73,3 | 55,5 |
| 641 μm | 635 | 71,2 | 52,0 |
| Inclusão de CM (%) | | | |
| 0 | 624 | 74,1 a | 57,0 a |
| 1 | 632 | 72,2 ab | 52,5 b |
| 2 | 604 | 70,4 b | 51,9 b |
| Probabilidade | | | |
| FP | 0,400 | 0,001 | 0,001 |
| DGM do milho | 0,142 | 0,003 | 0,014 |
| CM | 0,513 | 0,001 | 0,008 |
| FP x DGM do milho | 0,123 | 0,175 | 0,944 |
| FP x CM | 0,932 | 0,198 | 0,051 |
| DGM do milho x CM | 0,353 | 0,685 | 0,414 |
| FPxDGM do milhoXCM | 0,948 | 0,621 | 0,384 |
| Coeficiente de variação(%) | 11,30 | 3,15 | 8,64 |

* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Quanto à fonte protéica das dietas, a FV 10% apresentou uma maior metabolizabilidade de PB pelas aves. Os tratamentos com granulometria de DGM 351 μm , apresentaram uma maior metabolizabilidade da PB quando comparado a DGM 641 μm . Ao comparar a metabolizabilidade de PB em relação ao nível de adição da FTPM, foi observado que os tratamentos sem inclusão

desta, proporcionaram uma maior metabolizabilidade da MS da dieta.

Os coeficientes de variação variaram de 11,3%, 3,15% e 8,64% para consumo de ração, digestibilidade da MS e metabolizabilidade da PB, respectivamente.

4.1.2 Experimento II

Os resultados referentes a esse experimento estão apresentados nas tabelas 5, 6 e 7.

4.1.2.1 Desempenho

Os resultados do desempenho estão apresentados na tabela 5.

Algumas constatações foram feitas. Não houve interações significativas entre os fatores.

No consumo de ração, as dietas com fonte protéica VEG foram mais consumidas em relação à dieta com fonte protéica FV 10% ($P=0,014$), embora esta diferença (24g/período) represente apenas 2,12% do total consumido. Essa diferença, em experimento com restrição no consumo, foi provavelmente devida à menor habilidade das aves em apreender o alimento no fundo dos comedouros, nas dietas FV 10%, resultando em maior quantidade de sobras. Quanto à granulometria do milho e o DGM da casca de soja, estes fatores não apresentaram efeitos significativos no consumo alimentar.

O ganho de peso e conversão alimentar não apresentaram diferença significativa para nenhum dos efeitos estudados.

Tabela 5 – Resultados do consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e ganho de peso (GP) das aves no experimento II.

| Fatores | CR | Conversão Alimentar | Ganho de Peso |
|----------------------------|-------|---------------------|---------------|
| Fonte Protéica (FP) | | | |
| FV 10% | 1116 | 1,833 | 616,6 |
| VEG | 1140 | 1,794 | 637,7 |
| DGM do milho | | | |
| 412 $\infty\mu$ | 1126 | 1,826 | 623,2 |
| 811 $\infty\mu$ | 1130 | 1,801 | 631,1 |
| DGM da CS | | | |
| Sem adição | 1129 | 1,782 | 635,8 |
| 476 $\infty\mu$ | 1125 | 1,836 | 624,4 |
| 968 $\infty\mu$ | 1134 | 1,808 | 629,1 |
| 1504 $\infty\mu$ | 1125 | 1,829 | 619,4 |
| Probabilidade | | | |
| FP | 0,014 | 0,291 | 0,113 |
| DGM do milho | 0,654 | 0,490 | 0,549 |
| DGM da CS | 0,900 | 0,741 | 0,836 |
| FP X DGM do milho | 0,761 | 0,462 | 0,554 |
| FP X CS | 0,775 | 0,429 | 0,566 |
| DGM do milho X CS | 0,957 | 0,349 | 0,474 |
| FPXDGM milho x CS | 0,600 | 0,480 | 0,582 |
| coeficiente de variação(%) | 9,36 | 9,23 | 3,84 |

4.1.2.2 Digestibilidade

Os resultados de digestibilidade estão apresentados na tabela 6.

A digestibilidade da MS, metabolizabilidade da PB, e digestibilidade da FDN e FDA foram afetados significativamente por alguns dos efeitos principais. Não houve efeitos significativos nas interações testadas.

A digestibilidade da MS das aves que consumiram ração FV 10% foi significativamente maior do que pelas aves que consumiram ração VEG ($P < 0,001$). Em contraste com os resultados do experimento 1, não foram

evidenciados efeitos da granulometria do milho e da inclusão e granulometria da fibra (casca de soja).

Tabela 6 – Resultados de digestibilidade da MS, metabolizabilidade PB e digestibilidade da FDN e FDA das aves no experimento II.

| Fatores | Digest. MS | Metaboliz. PB | Digest. FDN | Digest. FDA |
|----------------------------|------------|---------------|-------------|-------------|
| Fonte Protéica (FP) | | | | |
| FV 10% | 72,46 | 60,36 | 9,68 | 15,41 |
| VEG | 66,67 | 57,19 | 6,25 | 7,55 |
| DGM do milho | | | | |
| 412 µm | 69,91 | 59,60 | 11,20 | 11,46 |
| 811 µm | 69,21 | 57,86 | 4,73 | 11,50 |
| DGM da CS | | | | |
| Sem adição | 69,78 | 57,32 | -2,72 a | 4,628 a |
| 476 µm | 69,87 | 60,79 | 11,17 b | 20,44 b |
| 968 µm | 70,21 | 60,15 | 13,84 b | 9,380 ab |
| 1504 µm | 68,39 | 56,86 | 9,55 b | 11,48 ab |
| Probabilidade | | | | |
| FP | 0,001 | 0,033 | 0,35 | 0,03 |
| DGM do milho | 0,498 | 0,213 | 0,080 | 0,989 |
| DGM da CS | 0,605 | 0,148 | 0,010 | 0,019 |
| FP X DGM do milho | 0,900 | 0,342 | 0,812 | 0,864 |
| FP X CS | 0,695 | 0,263 | 0,769 | 0,658 |
| DGM do milho X CS | 0,508 | 0,560 | 0,750 | 0,712 |
| FPXDGM milho x CS | 0,491 | 0,547 | 0,545 | 0,720 |
| Coeficiente de variação(%) | 6,58 | 11,09 | 207,1 | 137,4 |

* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem significativamente.

Quanto à metabolizabilidade da proteína bruta, a dieta FV 10% obteve maior ($P<0,033$) taxa (60,36%) do que a dieta VEG (57,19%).

Os coeficientes de digestibilidade da FDN foram afetados pelos tratamentos, sendo verificados efeito da granulometria do milho ($P<0,080$; milho fino > milho grosso) e da casca de soja ($P<0,010$). A comparação das médias dos tratamentos sem inclusão de casca de soja com as dos tratamentos com inclusão de casca mostrou maior digestibilidade da FDN

quando houve inclusão da casca de soja. Os resultados de digestibilidade da FDA foram afetados pela fonte de proteína da dieta ($P < 0,03$), tendo as dietas FV 10% apresentado maior coeficiente de digestibilidade do que as formuladas somente com proteína de origem vegetal. A digestibilidade da FDA pelos frangos foi favorecida pela inclusão de casca de soja, conforme evidenciado pelo contraste dos tratamentos sem e com casca ($0 \times 476 + 968 + 1504$; $P < 0,028$ pelo T- teste).

4.1.2.3 Taxa de Passagem

Os resultados obtidos da retenção do indicador Cr-mordente nos três compartimentos estudados após adição às dietas podem ser observados na Tabela 7 e na Figura 1.

Conforme apresenta a Tabela 7 e Figura 1, o tempo de retenção do Cr afetou, de modo significativo, as partes do trato digestório e as excretas.

A parte superior, que se estende do esôfago até a moela, apresentou uma curva modelo quadrática ($P < 0,05$; $Cr\% = 90,088 - 220,397 \cdot \text{hora} + 1,818 \cdot \text{hora}^2$). Houve redução do cromo retido com o aumento do tempo pós-refeição, com aparente estabilização após a hora 5, apresentando em torno de 35% de Cr retido .

Na parte inferior do TGI, a retenção do Cr foi linear e decrescente ($P < 0,06$; $Cr\% = 39,342 - 1,831 \cdot \text{hora}$) com o aumento do tempo pós-refeição. Essa redução (de 1,831 pontos percentuais por hora) foi aparentemente pequena, indicando uma maior permanência da digesta no compartimento ceco-cólon, e apresentou um tempo de retenção diferenciado. Também nesse compartimento foram verificados efeitos significativos de efeitos principais.

Houve maior retenção nas digestas das dietas com DGM 412 μm ($P < 0,021$) e com FV 10% ($P < 0,012$).

Tabela 7 - Retenção (%) de Cr em três compartimentos digestórios dos frangos (parte superior, parte inferior e excretas) de acordo com os tratamentos e o tempo de abate (covariável).

| | Parte superior | Parte inferior | Excretas |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| Fonte Protéica | | | |
| FV 10% | 39,01 | 35,37 | 12,74 |
| VEG | 43,44 | 28,67 | 12,37 |
| DGM do milho | | | |
| 412 μm | 42,42 | 35,10 | 12,36 |
| 811 μm | 40,03 | 28,94 | 12,75 |
| DGM da CS | | | |
| Sem adição | 38,82 | 31,09 | 12,35 |
| 476 μm | 40,44 | 33,42 | 13,17 |
| 968 μm | 45,36 | 29,17 | 11,56 |
| 1504 μm | 40,26 | 34,39 | 13,14 |
| | | Probabilidade | |
| FP | 0,132 | 0,012 | 0,726 |
| DGM do Milho | 0,414 | 0,021 | 0,713 |
| DGM da CS | 0,414 | 0,493 | 0,669 |
| Hora abate | 0,005 | 0,051 | 0,002 |
| Hora ² | 0,040 | - | 0,001 |
| Hora ³ | - | - | 0,001 |
| Coefficiente de variação(%) | 31,53 | 36,53 | 37,75 |

Nas excretas houve crescimento cúbico da retenção do Cr de acordo com o tempo ($P < 0,001$; $\text{Cr} = 45,105 - 45,626 \cdot \text{hora} + 13,82 \cdot \text{hora}^2 - 1,1228 \cdot \text{hora}^3$), resultado de certa forma esperado, pois representa uma curva típica de acumulação, com um acúmulo maior de excretas à medida que aumentou o tempo após a oferta de alimento. Esse acúmulo, conforme pode ser visto na Figura 1, é mais lento a partir da hora 5, tendendo à estabilização.

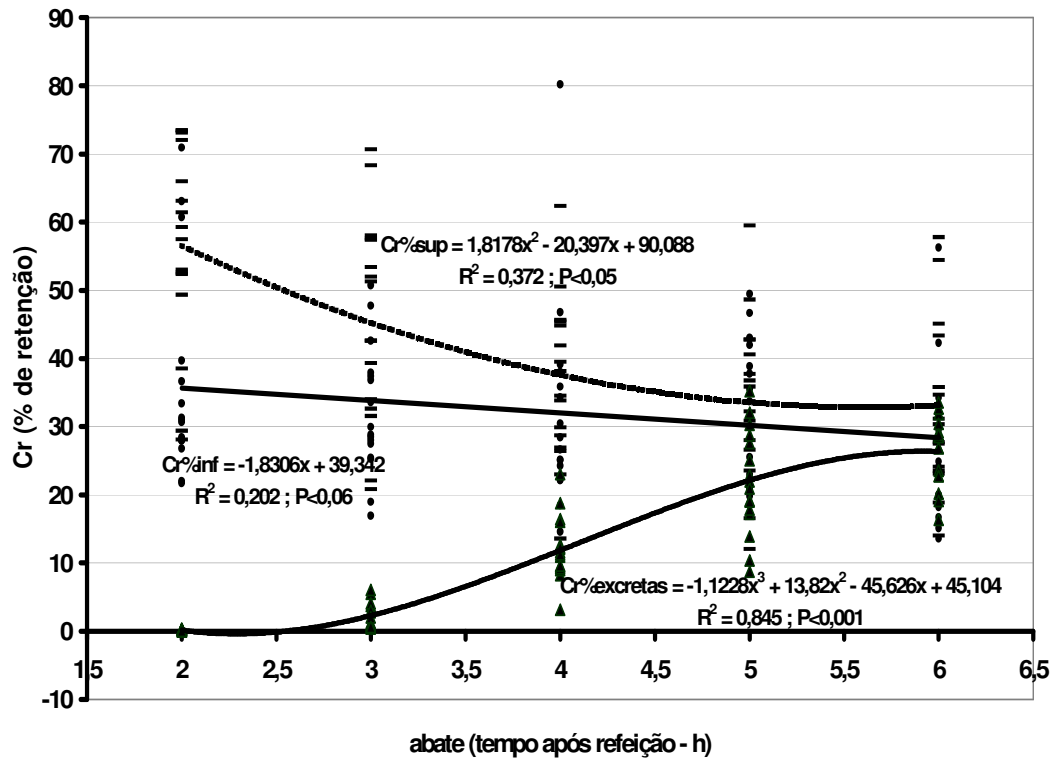


Figura 1. Retenção da digesta (% de retenção de Cr- mordente) em frangos de corte em três compartimentos (superior do TGI – Cr% sup; inferior do TGI – Cr% inf; e excretas – Cr% excretas) em diferentes horas após a oferta de alimento.

4.2 Discussão

A utilização de diferentes granulometrias de milho afeta o consumo da dieta. Magro (1999) e Dahlke (2000), em experimentos realizados com frangos de corte de 21 a 42 dias que receberam milho com DGM 337 a 868 μm e de 336 a 1120 μm , respectivamente, verificaram menor consumo alimentar das dietas com baixa granulometria. Em experimento realizado por Freitas et al. (2002) com frangos de corte entre 22 μm a 28 dias de idade, que receberam dieta com milho DGM entre 517 a 860 μm , o de maior DGM apresentou maior consumo de ração. No experimento I, este efeito foi de certa forma verificado ($P < 0,142$), sendo maior nos tratamentos com milho de DGM 641 μm em

relação ao milho de DGM 351 μm . No experimento II, houve oferta restrita (90%) de alimento, de forma que este efeito não foi verificado.

Já Flemming et al. (2002), utilizando dietas que variaram em DGM de 703 a 1086 μm , observaram que dietas com granulometria maior apresentaram reduções significativas no ganho de peso e no consumo de ração. O presente trabalho discorda dessas reduções, pois no experimento II não houve diferença significativa no ganho de peso e no consumo de ração. A conversão alimentar, no experimento II, não foi influenciada pelos tratamentos. O aproveitamento dos nutrientes pelos frangos não dependeu do grau de moagem.

Em trabalho realizado com frangos de corte de 21 a 35 dias de idade, Vieira e Lima (2005) concluíram que animais que consumiram dieta regular (com produtos de origem animal) demonstraram uma maior digestibilidade da matéria seca. No presente trabalho, as dietas FV 10% apresentaram uma maior digestibilidade da MS, concordando com os autores citados. A baixa digestibilidade da dieta VEG pode ser explicada pela maior inclusão de farelo de soja, pois este tem altas quantidades de carboidratos de baixa digestibilidade. A inclusão de 10% de FV resultou em redução de 14,85% de farelo de soja na dieta, resultando em um ganho de 5,79 pontos percentuais na digestibilidade da MS da dieta, o que indica que aproximadamente 39% da MS do farelo de soja é não digestível. Beretta (2003) demonstrou que a redução dos carboidratos da soja na dieta pelo uso de proteína isolada de soja foi associada com maior digestibilidade da matéria orgânica consumida por frangos de corte.

No presente estudo não houve efeito da adição ou granulometria da casca de soja sobre a retenção da digesta em qualquer dos três compartimentos estudados. Hetland e Svihus (2001) também não observaram efeitos negativos da inclusão de 4 ou 10% de casca de aveia na dieta de frangos, quando mediram a digestibilidade ileal do amido, proteína e gordura das dietas, medidas dos 14 aos 16 dias de idade. No mesmo trabalho, Hetland e Svihus (2001) evidenciaram uma tendência ($P < 0,08$) de maior taxa de passagem em frangos que receberam dietas com casca de aveia moída grosseiramente, enquanto dietas com casca de aveia finamente moída não afetaram esta resposta. É provável que, no experimento II, a fonte de fibra utilizada, a casca de soja, não tenha representado resistência suficiente à ação da moela, sendo rapidamente desagregada sem afetar a tempo de retenção, independentemente do tamanho de partícula.

Hetland et al. (2004) questionam o princípio de que a fibra insolúvel sempre aumenta a taxa de passagem da dieta, relatando que a adição de fibra grosseira como a da casca de aveia com pouca moagem, ocasiona uma maior retenção da digesta à nível de moela.

Os resultados de ganho de peso e de conversão alimentar não apresentaram diferenças significativas quando foram adicionados casca de soja no experimento II. Com o objetivo de avaliar o efeito da fonte e nível de fibra sobre a digestibilidade e a partição da energia em frangos de corte, Warpechowski (2005) concluiu que o ganho de peso e conversão alimentar pioraram com o aumento de fibra insolúvel na dieta e foram melhores para as dietas à base de milho e arroz e piores para dietas à base de cevada.

O efeito positivo das dietas FV 10% e milho com DGM 412 μm sobre a retenção da digesta no compartimento digestório inferior é digno de nota. Cada um desses efeitos principais ocasionou uma retenção de mais de seis pontos percentuais superiores. A maior permanência da digesta nesse compartimento está provavelmente associada com maior degradação microbiana da digesta. Desta forma, essa maior retenção responde por parte importante dos resultados de maior digestibilidade da MS e da FDA das dietas com FV 10%.

Em frangos e perus, o primeiro aparecimento do indicador na excreta pode ocorrer dentro de 2-2,5 h, e a maior parte do indicador pode ser recuperada em 24 h (DANSKI e Hill, 1952 e TUKEY et al., 1958, apud DUKE, 1986). O tempo de trânsito é afetado pela composição do alimento. No presente trabalho, o tempo de retenção da fibra Cr mordente observado com aves coincidiu com os valores indicados na literatura, pois às 3 horas após a alimentação já havia uma recuperação efetiva do Cr-mordente nas excretas.

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste trabalho é possível concluir que:

O consumo das dietas com fonte protéica VEG foi maior em ambos os experimentos.

A maior granulometria do milho, ao contrário do esperado pelo exame da literatura, não favoreceu as variáveis estudadas, e apresentou pior digestibilidade da MS no experimento I. A granulometria fina parece aumentar o tempo de retenção da digesta no intestino das aves.

Dietas formuladas com FV 10% apresentaram uma melhor digestibilidade da MS, FDA e metabolizabilidade da PB. A inclusão de casca de soja gerou melhor digestibilidade da FDN e FDA.

Os resultados de inclusão de fibra insolúvel nas dietas foram diferentes. No experimento I, a inclusão de 2% de FTPM proporcionou menor digestibilidade da MS pelas aves, enquanto no experimento II a inclusão de 3% da Casca de soja não influenciou nos resultados de digestibilidade da MS, metabolizabilidade da PB e tempo de retenção da digesta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIGUETTO, et al. **Nutrição Animal**. 2 ed. São Paulo: Nobel, 1988. V.1, p.71-75.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington, 1996.
- BERETTA, C.N. **Dietas de proteína reduzida e de diferentes digestibilidades suplementadas com aminoácidos sintéticos para frangos de corte: efeitos no desempenho, características de carcaça e eficiência na utilização do alimento**. 97f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- BRUM, P.A.; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A. L. **Granulometria do milho em rações fareladas e trituradas para frangos de corte**. Concórdia, 1998. Instrução técnica para o avicultor – EMPRAPA - Suínos e Aves, 8.
- DAHLKE, F. **Tamanho da partícula do milho e forma física da ração para frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, dinâmico intestinal e rendimento de carcaça**. 2000.110f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- DUKE, G.E. Alimentary Canal: anatomy, regulation of feeding, and motility. In: STURKIE, P.D. **Avian physiology**. 4 ed. New York: [s.n.], 1986. p.285
- FERRANDO, C.; VERGARA, P.; JIMÉNEZ, M.; GOÑALONS, E.. Study of the rate of passage of food with chromium-mordanted plant cells in chickens (*Gallus gallus*). **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, Cambridge, v 72, p.251-259, 1987.
- FLEMMING, J.S. et al. Ração Farelada com diferentes granulometrias em frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 7, n.1, p.1-9, 2002.
- FREITAS, H.J.; COTTA, J.T.; OLIVEIRA, A. J.G.. Grãos de milho inteiros e moídos na alimentação de frangos de corte. **Ciências Agrotécnicas**,

Lavras, v.26,n.6, p.1322-1329, 2002.

GOERING,H.G; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis**: apparatus, reagents, procedures and some applications. Washington: Agricultural Reserch Service, 1970. 20p. (Agriculture Handbook, 379).

HETLAND, H.; SVIHUS, B. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. **British Poultry Science**, London v.42, p. 354-361, 2001.

HETLAND,H.; CHOCT, M.; SVIHUS,B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, New York v. 60, p. 415-422, 2004.

JAMROZ,D. et al. Digestibility and energy value of non-starch polysaccharides in young chickens, ducks and geese, fed diets containing high amounts of barley. **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York v.131, p.657-668, 2002.

KARR-LILIENTHAL, L. K.; KADZERE, C. T.; GRIESHOP, C. M.; FAHEY Jr., G. C. Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to nonruminants: A review. **Livestock Production Science**, Amsterdam v.97, p. 1-12,2005.

LESKE, K.L.;COON,G.N. Nutrient Content and protein and energy digestibilities of ethanol-extracted, low α -galactoside soybean meal as compared to intact soybean meal. **Poultry Science**, Champaing v.78, p.1177-1183, 1999.

MAGRO, N. **Variação da granulometria das rações em frangos de corte machos, de 21 aos 42 dias de idade**. 1999.124f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MEINERZ, C.E.T. **Efeito do nível de energia, da forma física e da uniformização de consumo da ração no desempenho e no rendimento de carcaça de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade**. 1999.118f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NIR,I.; HILLEL, R.; SHEFET, G.; NITSAN,Z. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science**, Champaing v.73, p.781-791, 1994.

OETTING, L.L. **Avaliação de diferentes marcadores para a determinação da digestibilidade e taxa de passagem do alimento em suínos**. 2002. 58f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

- PARSONS, C.M.; ZHANG, Y., ARABAT, M. Nutritional evaluation of soybean meals varying in oligosaccharide content. **Poultry Science**, Champaign v.79, p.1127-1131, 2000.
- PENZ JR., A .M.; MAIORKA, A . Uso de rações com diferentes graus de granulometria para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO'96 DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FACTA, p.33-50.
- ROSTAGNO, H. S. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2000 p.63.
- ROSTAGNO, H.S. **Dietas vegetais, uma exigência internacional**. Disponível em:http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?tipo_tabela=cet&id=1641&categoria=nutricao. Acesso em: 16 de abril de 2006. 15:10.
- ROTTER, B. A.; FROHLICH, A. A.; ROTTER, R. G.; MARQUARDT, R. R. Research note: Estimation of apparent protein digestibility using uric acid-corrected nitrogen values in poultry excreta. **Poultry Science**, Champaign v.68, p.327-329, 1989.
- SVIHUS, B; HETLAND, H . Ileal starch digestibility in growing broiler chickens fed on a wheat-based diet is improved by mash feeding, dilution with cellulose or whole wheat inclusion. **British Poultry Science**, London v.42, p. 633-637, 2001.
- SVIHUS,B.; HETLAND,H.;CHOCT,M.;SUNDBY,F. Passage rate through the anterior digestive tract of broiler chickens fed on diets with ground and whole wheat. **British Poultry Science**, London v.43, p. 662-668, 2002.
- TEDESCO M. J. et al . **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2 ed. rev. ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- UDÉN, P.; COLUCCI, P. E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Science Food Agriculture**, New York v.31, p. 625-632, 1980.
- VERGARA, P. et al. Age influence on digestive transit time of particulate and soluble markers in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign v.68,p.185-189.
- VIEIRA, S.L.; LIMA,I.L. Live performance, water intake and excreta characteristics of broilers fed all vegetable diets based on corn and soybean meal. **International Journal of Poultry Science**, Paquistão, V.6, p.365-368, 2005.
- WARNER, A.C.I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and

birds. **Nutrition Abstracts and Reviews** (Series B), Farnham Royal, v.51,p.789-820, 1981.

WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito da fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento.** 2005. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ZANOTTO,D.L et al. **Granulometria do milho em rações para engorda de suínos.** Concórdia: EMBRAPA. CNPSA, 1999. (Instrução Técnica para o suinocultor, 9).

7. APÊNDICES

Apêndice 1 – Temperaturas mínimas e máximas registradas durante o período do experimento I.

| Idade (dias) | Mínima (°C) | Máxima (°C) |
|--------------|-------------|-------------|
| 36 | 23 | 25 |
| 37 | 22 | 25 |
| 38 | 23 | 26 |
| 39 | 21 | 24 |
| 40 | 23 | 25 |

Apêndice 2 - Análise de variância para consumo de ração no experimento I.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|---------|----------|----|---------|------|--------|
| Modelo | 45279,7 | 11 | 4116,33 | 0,84 | 0,6016 |
| Resíduo | 176095,0 | 36 | 4891,54 | | |
| Total | 221375,0 | 47 | | | |

Apêndice 3 - Soma de quadrados para consumo de ração no experimento I.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-------------------|----------|----|---------|------|--------|
| FP | 3688,73 | 1 | 3688,73 | 0,75 | 0,3909 |
| DGM do milho | 11034,6 | 1 | 11034,6 | 2,26 | 0,1418 |
| FTPM | 6661,87 | 2 | 3330,94 | 0,68 | 0,5125 |
| FP*DGM milho | 12192,9 | 1 | 12192,9 | 2,49 | 0,1231 |
| FP*FTPM | 686,378 | 2 | 343,189 | 0,07 | 0,9324 |
| DGM milho*FTPM | 10493,3 | 2 | 5246,65 | 1,07 | 0,3528 |
| FP*DGM milho*FTPM | 521,88 | 2 | 260,94 | 0,05 | 0,9481 |
| Residual | 176095,0 | 36 | 4891,54 | | |
| Total | 221375,0 | 47 | | | |

Apêndice 4 - Análise de variância da digestibilidade da MS do experimento I.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|---------|---------|----|---------|------|--------|
| Modelo | 477,46 | 11 | 43,4055 | 8,32 | 0,0000 |
| Resíduo | 187,771 | 36 | 5,21586 | | |
| Total | 665,213 | 47 | | | |

Apêndice 5 - Soma de quadrados da digestibilidade de MS do experimento I.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-------------------|---------|----|---------|-------|--------|
| FP | 274,572 | 1 | 274,572 | 52,64 | 0,0000 |
| DGM do milho | 53,4844 | 1 | 53,4844 | 10,25 | 0,0029 |
| FTPM | 112,667 | 2 | 56,3334 | 10,80 | 0,0002 |
| FP*DGM milho | 10,0094 | 1 | 10,0094 | 1,92 | 0,1745 |
| FP*FTPM | 17,6937 | 2 | 8,84685 | 1,70 | 0,1977 |
| DGM milho*FTPM | 3,99589 | 2 | 1,99794 | 0,38 | 0,6845 |
| FP*DGM milho*FTPM | 5,03799 | 2 | 2,519 | 0,48 | 0,6209 |
| Residual | 187,771 | 36 | 5,21586 | | |
| Total | 665,231 | 47 | | | |

Apêndice 6 - Análise de variância da metabolizabilidade de PB% do experimento I.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|---------|---------|----|---------|------|--------|
| Modelo | 935,335 | 11 | 85,0304 | 3,98 | 0,0008 |
| Resíduo | 769,121 | 36 | 21,3645 | | |
| Total | 1704,46 | 47 | | | |

Apêndice 7 - Soma de quadrados da metabolizabilidade de PB % do experimento I.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-------------------|----------|----|----------|-------|--------|
| FP | 336,069 | 1 | 336,069 | 15,73 | 0,0003 |
| DGM do milho | 144,294 | 1 | 144,294 | 6,75 | 0,0135 |
| FTPM | 235,669 | 2 | 117,835 | 5,52 | 0,0081 |
| FP*DGM milho | 0,105466 | 1 | 0,105466 | 0,00 | 0,9444 |
| FP*FTPM | 138,553 | 2 | 69,2764 | 3,24 | 0,0507 |
| DGM milho*FTPM | 38,6678 | 2 | 19,3339 | 0,90 | 0,4136 |
| FP*DGM milho*FTPM | 41,9768 | 2 | 20,9884 | 0,98 | 0,3842 |
| Residual | 769,121 | 36 | 21,3645 | | |
| Total | 1704,46 | 47 | | | |

Apêndice 8 – Temperaturas mínimas e máximas registradas durante o período do Experimento II.

| Idade | Mínima (°C) | Máxima (°C) |
|-------|-------------|-------------|
| 21 | 23 | 25 |
| 22 | 21 | 25 |
| 23 | 23 | 23 |
| 24 | 23 | 23 |
| 25 | 21 | 24 |
| 26 | 22 | 24 |
| 27 | 23 | 26 |
| 28 | 23 | 25 |
| 29 | 22 | 25 |
| 30 | 21 | 25 |
| 31 | 20 | 24 |
| 32 | 22 | 26 |

Apêndice 9 – Soma de quadrados do ganho de peso do experimento II.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-----------------|----------|----|---------|------|--------|
| FP | 8904,2 | 1 | 8904,2 | 2,59 | 0,1128 |
| DGM do milho | 1248,2 | 1 | 1248,2 | 0,36 | 0,549 |
| Casca de soja | 2946,1 | 3 | 982,033 | 0,29 | 0,8360 |
| FP*DGM milho | 1216,8 | 1 | 1216,8 | 0,35 | 0,5544 |
| FP*CS | 7036,3 | 3 | 2345,43 | 0,68 | 0,5669 |
| DGM milho*CS | 8725,1 | 3 | 2908,37 | 0,84 | 0,4747 |
| FP*DGM milho*CS | 6773,7 | 3 | 2257,9 | 0,66 | 0,5824 |
| Residual | 220446,0 | 64 | 3444,47 | | |
| Total | 257297,0 | 79 | | | |

Apêndice 10 – Soma De Quadrados Da Conversão Alimentar Do Experimento II.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-----------------|-----------|----|-----------|------|---------|
| FP | 0,0317337 | 1 | 0,0317337 | 1,13 | 0,2911 |
| DGM do milho | 0,0134454 | 1 | 0,0134454 | 0,48 | 0,4909 |
| Casca de soja | 0,0350856 | 3 | 0,0116952 | 0,42 | 0,7410 |
| FP*DGM milho | 0,0152867 | 1 | 0,0152867 | 0,55 | 0,4628 |
| FP*CS | 0,0784868 | 3 | 0,0261623 | 0,93 | 0,4295 |
| DGM milho*CS | 0,0936901 | 3 | 0,03123 | 1,11 | 0,3496 |
| FP*DGM milho*CS | 0,0699709 | 3 | 0,0233236 | 0,83 | 0,04808 |
| Residual | 1,79261 | 64 | 0,0280096 | | |
| Total | 2,13031 | 79 | | | |

Apêndice 11 – Soma De Quadrados Do Consumo De Ração Do Experimento II.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-----------------|----------|----|---------|------|--------|
| FP | 11810,8 | 1 | 11810,8 | 6,31 | 0,0146 |
| DGM do milho | 379,756 | 1 | 379,756 | 0,20 | 0,6540 |
| Casca de soja | 1095,42 | 3 | 365,141 | 0,20 | 0,8994 |
| FP*DGM milho | 174,581 | 1 | 174,581 | 0,09 | 0,7611 |
| FP*CS | 2073,54 | 3 | 691,179 | 0,37 | 0,7755 |
| DGM milho*CS | 588,869 | 3 | 196,29 | 0,10 | 0,9570 |
| FP*DGM milho*CS | 3525,04 | 3 | 1175,01 | 0,63 | 0,5999 |
| Residual | 119836,0 | 64 | 1872,44 | | |
| Total | 139484,0 | 79 | | | |

Apêndice 12 - Soma dos quadrados da matéria seca do experimento II.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-----------------|---------|----|---------|-------|--------|
| FP | 670,421 | 1 | 670,421 | 32,01 | 0,0000 |
| DGM do milho | 9,70811 | 1 | 9,70811 | 0,46 | 0,4984 |
| Casca de soja | 38,8514 | 3 | 12,9505 | 0,62 | 0,6056 |
| FP*DGM milho | 0,33669 | 1 | 0,33669 | 0,02 | 0,8995 |
| FP*CS | 30,3169 | 3 | 10,1056 | 0,48 | 0,6956 |
| DGM milho*CS | 49,0836 | 3 | 16,3612 | 0,78 | 0,5088 |
| FP*DGM milho*CS | 51,0628 | 3 | 17,0209 | 0,81 | 0,4915 |
| Residual | 1340,33 | 64 | 20,9426 | | |
| Total | 2190,11 | 79 | | | |

Apêndice 13 - Soma de quadrados da metabolizabilidade da PB do experimento II.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-----------------|---------|----|---------|------|--------|
| FP | 201,204 | 1 | 201,204 | 4,74 | 0,0332 |
| DGM do milho | 67,1212 | 1 | 67,1212 | 1,58 | 0,2132 |
| Casca de soja | 234,929 | 3 | 78,3096 | 1,84 | 0,1480 |
| FP*DGM milho | 38,8756 | 1 | 38,8756 | 0,92 | 0,3422 |
| FP*CS | 173,137 | 3 | 57,7122 | 1,36 | 0,2632 |
| DGM milho*CS | 88,0427 | 3 | 29,3476 | 0,69 | 0,5607 |
| FP*DGM milho*CS | 90,9962 | 3 | 30,3321 | 0,71 | 0,5470 |
| Residual | 2717,19 | 64 | 42,4561 | | |
| Total | 3611,5 | 79 | | | |

Apêndice 14 – Soma de quadrados da digestibilidade do FDA do experimento II.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-----------------|-----------|----|-----------|------|--------|
| FP | 1236,24 | 1 | 1236,24 | 4,97 | 0,0293 |
| DGM do milho | 0,0439834 | 1 | 0,0439834 | 0,00 | 0,9894 |
| Casca de soja | 2632,88 | 3 | 877,628 | 3,53 | 0,0197 |
| FP*DGM milho | 7,28759 | 1 | 7,28759 | 0,03 | 0,8647 |
| FP*CS | 402,939 | 3 | 134,313 | 0,54 | 0,6568 |
| DGM milho*CS | 341,868 | 3 | 113,956 | 0,46 | 0,7126 |
| FP*DGM milho*CS | 333,941 | 3 | 111,314 | 0,45 | 0,7200 |
| Residual | 15924,9 | 64 | 248,827 | | |
| Total | 20880,1 | 79 | | | |

Apêndice 15 - Análise de variância FDN do experimento II.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|----------|---------|----|---------|------|--------|
| Modelo | 5504,5 | 15 | 366,967 | 1,39 | 0,1801 |
| Residual | 16907,2 | 64 | 264,175 | | |
| Total | 22411,7 | 79 | | | |

Apêndice 16 - Soma de quadrados da digestibilidade do FDN do experimento II.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-----------------|---------|----|---------|------|--------|
| FP | 235,064 | 1 | 235,064 | 0,89 | 0,3491 |
| DGM do milho | 835,876 | 1 | 835,876 | 3,16 | 0,0800 |
| Casca de soja | 3229,94 | 3 | 1076,65 | 4,08 | 0,0103 |
| FP*DGM milho | 15,0435 | 1 | 15,0435 | 0,06 | 0,8122 |
| FP*CS | 299,54 | 3 | 99,8466 | 0,38 | 0,7692 |
| DGM milho*CS | 320,845 | 3 | 106,948 | 0,40 | 0,7500 |
| FP*DGM milho*CS | 568,192 | 3 | 189,397 | 0,72 | 0,5455 |
| Residual | 16907,2 | 64 | 264,175 | | |
| Total | 22411,7 | 79 | | | |

Apêndice 17 - Soma de quadrados da retenção de Cr para a parte superior do trato digestório.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| FP | 392,37 | 1 | 392,37 | 2,32 | 0,1321 |
| DGM do milho | 114,241 | 1 | 114,241 | 0,68 | 0,4139 |
| Casca de soja | 489,487 | 3 | 163,162 | 0,96 | 0,4142 |
| Hora abate | 1424,95 | 1 | 1424,95 | 8,43 | 0,0049 |
| Hora ² | 740,169 | 1 | 740,169 | 4,38 | 0,0400 |
| Residual | 12177,3 | 72 | 169,13 | | |
| Total | 19397,9 | 79 | | | |

Apêndice 18 - Soma de quadrados da retenção de Cr para a parte inferior do trato digestório.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|---------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| FP | 899,97 | 1 | 899,97 | 6,58 | 0,0124 |
| DGM do milho | 761,25 | 1 | 761,25 | 5,56 | 0,0210 |
| Casca de soja | 331,583 | 3 | 110,528 | 0,81 | 0,4935 |
| Hora abate | 536,175 | 1 | 536,175 | 3,92 | 0,0515 |
| Residual | 9985,98 | 73 | 136,794 | | |
| Total | 12515,0 | 79 | | | |

Apêndice 19 – Soma de quadrados da retenção de Cr para as excretas.

| FV | SQ | GL | QM | F | P |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| FP | 2,78614 | 1 | 2,78614 | 0,12 | 0,7257 |
| DGM do milho | 3,04696 | 1 | 3,04696 | 0,14 | 0,7137 |
| Casca de soja | 35,1904 | 3 | 11,7301 | 0,52 | 0,6684 |
| Hora abate | 233,235 | 1 | 233,235 | 10,38 | 0,0019 |
| Hora ² | 303,413 | 1 | 303,413 | 13,51 | 0,0005 |
| Hora ³ | 290,451 | 1 | 290,451 | 12,93 | 0,0006 |
| Residual | 1594,78 | 71 | 22,4618 | | |
| Total | 10297,5 | 79 | | | |

Vita

Ludmila Noskoski, filha de Carlos Noskoski e Cleide Tozzo Noskoski, nasceu em 21 de setembro de 1979, na cidade de Erechim/RS.

Cursou o primeiro e segundo grau no Colégio Nossa Senhora da Conceição em Passo Fundo, RS

Em 1998, ingressou na Universidade de Passo Fundo, onde concluiu o curso de Medicina Veterinária, em agosto de 2003. Em dezembro deste mesmo ano, prestou concurso para mestrado em nutrição de não-ruminantes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, começando as atividades acadêmicas em março de 2004.